

# TREATMENT OF BASE MATERIAL AND DEVICE THEREFOR

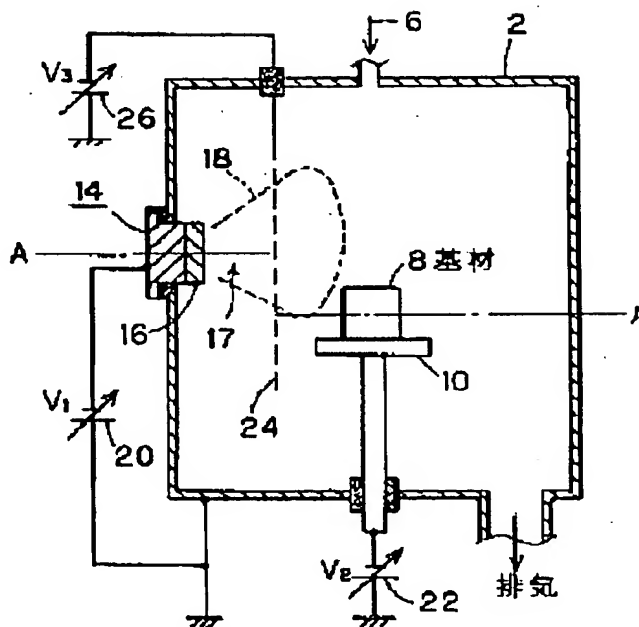
Patent number: JP9143699  
Publication date: 1997-06-03  
Inventor: DOI AKIRA  
Applicant: NISSIN ELECTRIC CO LTD  
Classification:  
- international: C23C14/32; H01J37/317  
- european:  
Application number: JP19950329601 19951124  
Priority number(s):

Report a data error here

## Abstract of JP9143699

**PROBLEM TO BE SOLVED:** To inhibit the etching phenomenon in any sharply projecting part of a base material from occurring without lowering the adhesion of a formed thin film to the base material or surface reforming effect on the base material in the treatment.

**SOLUTION:** In this device, a mesh intermediate electrode 24 is placed between a base material 8 and a plasma generation section 17 that is located in the vicinity of the front surface of a cathode 16 of an arc type evaporation source 14, so as to cross the path through which ions in a plasma generated in the plasma generation section 17 move toward the base material 8. Further, the device is also provided with an intermediate electrode power source 26 for maintaining the potential of the intermediate electrode 24 at an intermediate potential value between potential values of the plasma generation section 17 and the base material 8.



(19) 日本国特許庁 (J P)

(12) 公開特許公報 (A)

(11) 特許出願公開番号

特開平9-143699

(43) 公開日 平成9年(1997)6月3日

(51) Int.Cl. <sup>6</sup>	識別記号	庁内整理番号	F I	技術表示箇所
C 2 3 C 14/32			C 2 3 C 14/32	C
H 0 1 J 37/317			H 0 1 J 37/317	Z

審査請求 未請求 請求項の数2 F D (全 6 頁)

(21) 出願番号 特願平7-329601

(22) 出願日 平成7年(1995)11月24日

(71) 出願人 000003942

日新電機株式会社

京都府京都市右京区梅津高畝町47番地

(72) 発明者 土居 陽

京都府京都市右京区梅津高畝町47番地 日

新電機株式会社内

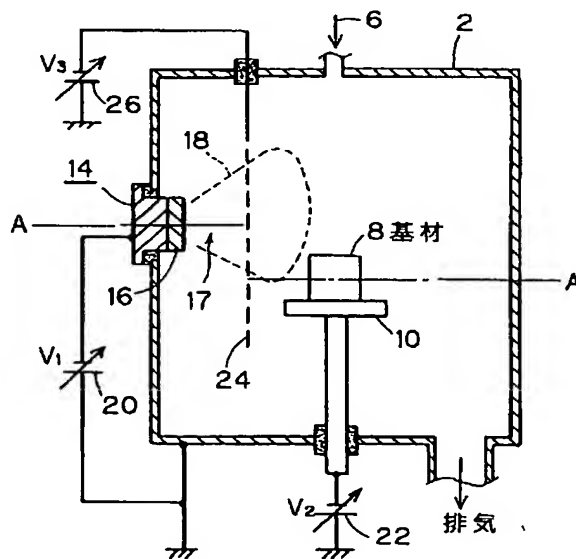
(74) 代理人 弁理士 山本 恵二

(54) 【発明の名称】 基材処理方法およびその装置

(57) 【要約】

【課題】 基材に対する薄膜の密着性や表面改質作用を低下させることなく、基材の尖った部分でのエッチング現象を抑制する。

【解決手段】 アーク式蒸発源14の陰極16の前面近傍のプラズマ生成部17と基材8との間に、プラズマ生成部17で生成したプラズマ18中のイオンが基材8へ向かう経路を遮るように、メッシュ状の中間電極24を配置した。更に、この中間電極24の電位をプラズマ生成部17の電位と基材8の電位との中間電位に保つ中間電極電源26を設けた。



24: 中間電極

## 【特許請求の範囲】

【請求項1】 真空容器内のプラズマ生成部でプラズマを生成し、基材に印加した負のバイアス電圧によってこのプラズマ中のイオンを基材に向けて加速して基材に薄膜形成等の処理を施す基材処理方法において、前記プラズマ生成部と基材との間に、プラズマ生成部で生成したプラズマ中のイオンが基材へ向かう経路を遮るようにメッシュ状の中間電極を配置し、この中間電極の電位をプラズマ生成部の電位と基材の電位との中間電位に保って

基材を処理することを特徴とする基材処理方法。  
【請求項2】 真空容器内のプラズマ生成部でプラズマを生成し、基材に印加した負のバイアス電圧によってこのプラズマ中のイオンを基材に向けて加速して基材に薄膜形成等の処理を施す基材処理装置において、前記プラズマ生成部と基材との間に、プラズマ生成部で生成したプラズマ中のイオンが基材へ向かう経路を遮るようにメッシュ状の中間電極を配置し、かつ、この中間電極の電位をプラズマ生成部の電位と基材の電位との中間電位に保つ中間電極電源を設けたことを特徴とする基材処理装置。

## 【発明の詳細な説明】

## 【0001】

【発明の属する技術分野】この発明は、例えばイオンブレーティング、直流放電プラズマCVD、直流パルス電圧印加イオン注入等の技術分野に属するものであって、被処理物である基材に印加した負のバイアス電圧によってプラズマ中のイオンを基材に向けて加速して、基材に薄膜形成、イオン注入のような表面改質等の処理を施す基材処理方法およびその装置に関し、より具体的には、基材の尖った部分にイオンが集中してエッチング現象が生じるのを抑制する手段に関する。

## 【0002】

【従来の技術】この種の基材処理方法には、①電子銃からの電子ビームによって蒸発材料を溶解させる電子銃溶解型蒸発源を用いたイオンブレーティング、②アーク放電によって陰極を溶解させるアーク式蒸発源を用いたイオンブレーティング、③直流放電型のプラズマCVD、④基材に直流パルス電圧を印加して周りのプラズマ中からイオンを引き出してそれを基材に注入する直流パルス電圧印加イオン注入、等がある。

【0003】これらの方法は、いずれも、真空容器内のプラズマ生成部でプラズマを生成し、基材に印加した負のバイアス電圧によってこのプラズマ中のイオンを基材に向けて加速して、基材の表面に密着性の良い薄膜を形成したり、基材の表面にイオン注入等の表面改質処理を施すものである。

【0004】一例として、上記②のイオンブレーティングによる基材処理装置の例を図5に示す。この装置は、図示しない真空排気装置によって真空排気される真空容器2と、この真空容器2内に設けられていて被処理物で

ある基材8を保持するホルダ10と、この基材8に向くように真空容器2の壁面に取り付けられたアーク式蒸発源14とを備えている。真空容器2内には、必要に応じて、図示しないガス源から、不活性ガス、反応ガス等のガス6が導入される。

【0005】アーク式蒸発源14は、所要の金属または合金から成る陰極16を有していて、それと陽極兼用の真空容器2との間のアーク放電によって陰極16を局部的に溶解させて陰極物質を蒸発させるものである。このとき、陰極16の前面近傍には、イオン化した陰極物質を含むプラズマ18が生成される。即ち、陰極16の前面近傍がプラズマ生成部17となる。陰極16と真空容器2との間には、直流のアーク電源20から、前者を負側にしてアーク放電電圧 $V_1$ が供給される。このアーク放電電圧 $V_1$ の大きさは、例えば数十V～数百V程度である。なお、アーク起動用のトリガ電極等は図示を省略している。

【0006】ホルダ10およびそれに保持された基材8には、直流のバイアス電源22から、真空容器2の電位（この例では接地電位）を基準にして負のバイアス電圧 $V_2$ が印加される。このバイアス電圧 $V_2$ の大きさは、例えば数百V～数千V程度である。

【0007】処理に際しては、真空容器2内を例えば $10^{-6}$  Torr程度に排気した後、真空容器2内に所要のガス6を導入し、そして基材8に前記のような負のバイアス電圧 $V_2$ を印加した状態で、アーク式蒸発源14においてアーク放電を行わせる。それによって、陰極16から陰極物質が蒸発させられると共に、陰極16の前面近傍にアーク放電によるプラズマ18が生成される。そしてこのプラズマ18中のイオンが、負のバイアス電圧 $V_2$ が印加された基材8に引き付けられて入射堆積し、その表面に陰極物質から成る薄膜が形成される。ガス6が反応ガスの場合は、それと陰極物質とが化合した化合物薄膜が形成される。このようにして形成される薄膜は、バイアス電圧 $V_2$ によるイオンの加速を利用するので、基材8に対する密着性が高い。

## 【0008】

【発明が解決しようとする課題】前述した各基材処理方法は、基材に印加した負のバイアス電圧によってプラズマ中のイオンを基材に向けて加速して、基材に薄膜形成等の処理を施すものであるため、密着性の良い薄膜を形成することができる等の利点を有しているけれども、基材に印加したバイアス電圧によって、基材の尖った部分に電界が集中し、それによってプラズマ中のイオンが当該尖った部分に集中して入射するため、この入射イオンによって、基材の尖った部分にエッチング現象が生じるという問題がある。これが生じると、例えば、基材の尖った部分だけ薄膜が形成されなくなる。また、基材の尖った部分に小さな（例えば大きさが数 $\mu\text{m}$ 程度の）凹凸が生じる。

10

20

30

40

50

【0009】より具体例を挙げると、例えば刃物や工具類に耐摩耗性薄膜を被覆したり表面硬化処理を施したりする場合、その基材の刃先や稜線部だけ薄膜が形成されなかったり、当該稜線部等に凹凸が生じたりするので、所望の良好な処理を施すことができない。

【0010】基材に印加するバイアス電圧を小さくすれば、イオンの加速エネルギーが小さくなる等の理由によって、上記エッチング現象を緩和することはできるけれども、そのようにすれば、イオンの加速エネルギーが小さくなるので、薄膜の密着性が低下したり、当該イオンによる表面改質作用が低下したりする。

【0011】そこでこの発明は、基材に対する薄膜の密着性や表面改質作用を低下させることなく、基材の尖った部分でのエッチング現象を抑制することができる基材処理方法およびその装置を提供することを主たる目的とする。

【0012】

【課題を解決するための手段】この発明の基材処理方法は、前記プラズマ生成部と基材との間に、プラズマ生成部で生成したプラズマ中のイオンが基材へ向かう経路を遮るようにメッシュ状の中間電極を配置し、この中間電極の電位をプラズマ生成部の電位と基材の電位との中間電位に保って基材を処理することを特徴とする。

【0013】また、この発明は基材処理装置は、前記プラズマ生成部と基材との間に、プラズマ生成部で生成したプラズマ中のイオンが基材へ向かう経路を遮るようにメッシュ状の中間電極を配置し、かつ、この中間電極の電位をプラズマ生成部の電位と基材の電位との中間電位に保つ中間電極電源を設けたことを特徴とする。

【0014】上記のような中間電位の中間電極を設けても、プラズマ生成部で生成したプラズマ中のイオンが基材へ向けて加速される加速エネルギーは、プラズマ生成部と基材との間の電位差によって決まるので、当該イオンの加速エネルギーは低下しない。従って、基材に対する薄膜の密着性や表面改質作用は低下しない。

【0015】一方、中間電極と基材との間の領域での電界強度は、中間電極と基材との間の電位差を両者間の距離で割った値で決まるので、上記のような中間電位の中間電極を設けることによって、基材近傍での電界強度は小さくなる。従ってその分、基材の尖った部分への電界集中が緩和されるので、当該尖った部分でのエッチング現象が抑制される。

【0016】以上の結果、基材に対する薄膜の密着性や表面改質作用を低下させることなく、基材の尖った部分でのエッチング現象を抑制することができる。

【0017】

【発明の実施の形態】図1は、この発明に係る基材処理装置の一例を示す断面図である。この装置は、アーク式蒸発源を用いたイオンプレーティング装置の一種であり、図5に示した従来例に対応している。図5の従来例

と同一または相当する部分には同一符号を付し、以下においては当該従来例との相違点を主に説明する。

【0018】この実施例においては、前述したアーク式蒸発源14の陰極16の前面近傍のプラズマ生成部17と基材8との間に、プラズマ生成部17で生成したプラズマ18中のイオンが基材8へ向かう経路を遮るように、即ちプラズマ生成部17から基材8が直接見通せないように、メッシュ状（網目状）の中間電極24を配置している。

【0019】この中間電極24全体の形状は、この例では平板状であるが、その他の形状、例えば円筒等の筒状、更には円筒や球の一部分のような形状等でも良い。

【0020】更に、この中間電極24に中間電圧 $V_1$ を印加して、この中間電極24の電位を、プラズマ生成部17の電位と基材8との電位との中間電位に保つ中間電極電源26を設けている。プラズマ生成部17の電位は、陰極16の前面近傍におけるプラズマ18中の電圧降下等を無視すれば、陰極16の電位にほぼ等しいので、この例では、中間電極電源26から出力する中間電圧 $V_1$ によって、中間電極24の電位を、陰極16の電位と基材8の電位との間の負電位に保つようにしている。より具体的にはこの例では、中間電極電源26から中間電極24に、基材8に印加するバイアス電圧 $V_2$ よりも絶対値の小さい負の中間電圧 $V_1$ を印加するようにしている。

【0021】上記のような中間電位の中間電極24を設けても、プラズマ生成部17で生成したプラズマ18中のイオンが基材8へ向けて加速される加速エネルギーは、プラズマ生成部17と基材8との間の電位差、即ちこの例では陰極16と基材8との間の電位差 $|V_2 - V_1|$ によって決まるので、当該イオンの加速エネルギーは低下しない。即ち、中間電極24を設けていない図5に示した従来例の場合と同じである。従って、基材8に対する薄膜の密着性や表面改質作用は低下しない。

【0022】一方、中間電極24と基材8との間の領域での電界強度は、中間電極24と基材8との間の電位差 $|V_2 - V_1|$ を両者間の距離で割った値で決まるので、上記のような中間電位の中間電極24を設けることによって、基材近傍の電界強度は小さくなる。これを詳述すると、図5に示した従来例の場合、その線A-A上での電位分布は例えば図6に示すようになり、基材8の近傍での電界強度 $E_1$ は、陰極16と基材8との間の電位差 $|V_2 - V_1|$ を両者間の距離で割った値となる。これに対して、この実施例の場合は、その線A-A上での電位分布は例えば図2に示すようになり、基材8の近傍での電界強度 $E_2$ は、中間電極24と基材8との間の電位差 $|V_2 - V_1|$ を両者間の距離で割った値となる。図2中に参照用として、図6の場合の電界強度 $E_1$ を2点鎖線で示しているが、中間電極24の電位を上記のような中間電位にすることによって、必ず $E_2 > E_1$ 、

になる。従ってこの実施例では、基材近傍での電界強度が小さくなる分、基材8の尖った部分への電界集中が緩和され、それによってプラズマ18中のイオンが当該尖った部分に集中して入射することも緩和されるので、当該尖った部分でのエッチング現象が抑制される。

【0023】以上の結果、この実施例によれば、基材8に対する薄膜の密着性等を低下させることなく、基材8の尖った部分でのエッチング現象を抑制することができる。従って例えば、刃物や工具類の刃先や稜線部にも、他の部分と同じように、耐摩耗性膜等の所望の膜を被覆する、しかも密着性良く被覆することができる。

【0024】次に、より具体的な実施例を幾つか説明する。

【0025】〈実施例1〉図5に示した従来の装置において、陰極16をTiとして、これにアーク放電電圧V<sub>i</sub>として-40Vを印加し、一方、基材8にバイアス電圧V<sub>b</sub>として-900Vを印加し、真空容器2内にガス6として窒素ガスを導入して、稜線部（エッジ部）を有する基材8の表面にTiN膜を形成したところ、稜線部近傍のTiN膜には数μm程度の大きさのエッチングが生じていることが確認された。

【0026】一方、図1に示した実施例の装置において、ステンレス製のメッシュ状の中間電極24を配置し、これに中間電圧V<sub>i</sub>として-600Vを印加して、上記と同様にしてTiN膜を基材8の表面に形成した。その結果、基材8の稜線部近傍においてもTiN膜にエッチングが生じていないことが確認された。

【0027】また、TiN膜の基材8に対する密着性を引っかかり試験法で調べたところ、従来例の装置によるものと実施例の装置によるものとで特に差はなかった。

【0028】〈実施例2〉従来例として、図5に示したのとはほぼ同様の装置において、陰極16をTiとして、これにアーク放電電圧V<sub>i</sub>として-40Vを印加し、一方、基材8にバイアス電圧V<sub>b</sub>として、20μsecのオンオフ周期を持つ-35kVの直流パルス電圧を印加して、このパルス電圧によって基材近傍のプラズマ中からTi<sup>+</sup>イオンを基材8に向けて加速して、稜線部を有する基材8の表面にTi<sup>+</sup>を注入した。そして、Ti<sup>+</sup>が注入された基材8の稜線部近傍を観察したところ、大きさが5μm程度の凹凸が観察され、エッチング現象が生じていることが確認された。

【0029】一方、実施例として、図1に示したのとはほぼ同様の装置において、ステンレス製のメッシュ状の中間電極24を配置し、これに中間電圧V<sub>i</sub>として-1kVを印加して、上記従来例と同様にしてTi<sup>+</sup>を基材8の表面に注入した。その結果、基材8の稜線部近傍においてもエッチングが生じていないことが確認された。また、注入による基材8の表面処理効果は、いずれの場合も同程度であった。

【0030】〈実施例3〉図3は、直流プラズマCVD

装置の一種であり、真空容器2内に原料のガス6を適当な圧力になるように導入すると共に、ホルダ10と真空容器2間にバイアス電源22から適当なバイアス電圧V<sub>b</sub>を印加すると、両者間で直流放電が生じてプラズマ28が生成され、これによって原料ガスが分解されて基材8の表面に薄膜が形成される。即ちこの例では、ホルダ10と真空容器2との中間部分がプラズマ生成部27となる。

【0031】従来例として、中間電極24を設けていないこのような装置を用いて、真空容器2内に原料としてTiCl<sub>4</sub>、AlCl<sub>3</sub>、NH<sub>3</sub>、およびN<sub>2</sub>ガスを導入して、超硬合金から成り稜線部を有する基材8にバイアス電圧V<sub>b</sub>として-400V印加して、基材8の表面にTiAlN膜を形成した。そして、この基材8の稜線部を観察したところ、大きさが1~2μm程度の凹凸が観察され、エッチング現象が生じていることが確認された。

【0032】一方、実施例として、図3に示すように、ステンレス製のメッシュ状の中間電極24を基材8の周りを覆うようにして配置して、これに中間電極電源26から中間電圧V<sub>i</sub>として-200Vを印加して、上記と同様にしてTiAlN膜を基材8の表面に形成した。その結果、基材8の稜線部付近においてTiAlN膜にエッチングが生じていないことが確認された。また、膜の基材8に対する密着性は、引っかかり試験法による測定では、従来例の場合と特に差は認められなかった。

【0033】〈実施例4〉図4は、電子銃溶解型蒸発源を用いたイオンブレーティング装置の一種であり、真空容器2内に、蒸発材料32を収納した蒸発源30を設置し、その上方のホローカソード電子銃34からの電子ビーム36を蒸発材料32に照射してそれを溶解させる。このとき、溶解した蒸発材料32は電子ビーム36に叩かれてイオン化しやすく、そのようなイオンを含むプラズマ38が蒸発源30の上方近傍に生成される。即ちこの例では、蒸発源30の上方近傍がプラズマ生成部37となる。そしてこのプラズマ38中のイオンが、バイアス電源22から負のバイアス電圧V<sub>b</sub>が印加された基材8に向けて加速され、基材8の表面に薄膜が形成される。真空容器2内に反応性のガス6を導入しておく、基材8の表面に化合物薄膜が形成される。なお、基材8を保持したホルダ10を、蒸発源30の周りを回転させるようにする場合もあるが、この例ではそのようにしていない。

【0034】従来例として、中間電極24を設けていないこのような装置を用いて、蒸発材料32をTiとし、ガス6として窒素ガスを導入して、基材8にバイアス電圧V<sub>b</sub>として-1kVを印加して、稜線部を有する基材8の表面にTiN膜を形成した。そして、この基材8の稜線部を観察したところ、大きさが1μm程度の凹凸が観察され、エッチング現象が生じていることが確認され

た。

【0035】一方、実施例として、図4に示すように、ステンレス製のメッシュ状の中間電極24を蒸発源30と基材8との間に配置して、これに中間電極電源26から中間電圧 $V_1$ として-500Vを印加して、上記と同様にしてTiN膜を基材8の表面に形成した。その結果、基材8の稜線部近傍においてTiN膜にエッチングは全く認められなかった。また、膜の基材8に対する密着性は、引っかき試験法による測定では、従来例の場合と特に差は認められなかった。

【0036】

【発明の効果】以上のようにこの発明によれば、上記のような中間電位の中間電極を設けたことによって、プラズマ生成部で生成されたプラズマ中のイオンが基材へ向けて加速される加速エネルギーを低下させることなく、中間電極と基材との間の領域での電界強度を小さくして、基材の尖った部分への電界集中を緩和することができる。その結果、基材に対する薄膜の密着性や表面改質作用を低下させることなく、基材の尖った部分でのエッチング現象を抑制することができる。従って例えば、刃物や工具類の稜線部にも、エッチングによる凹凸のない良好な処理を施すことができる。

【図面の簡単な説明】

【図1】この発明に係る基材処理装置の一例を示す断面図である。

【図2】図1中の線A-A上での電位分布の一例を示す\*

\*図である。

【図3】この発明に係る基材処理装置の他の例を示す断面図である。

【図4】この発明に係る基材処理装置の更に他の例を示す断面図である。

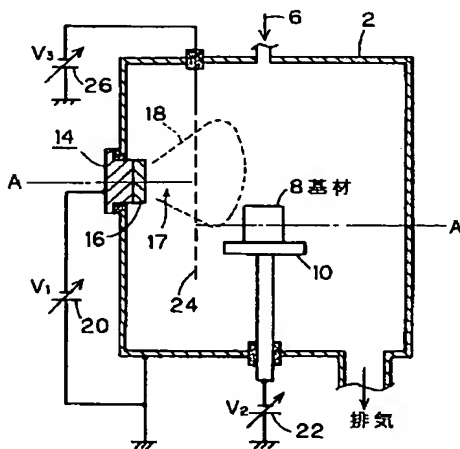
【図5】従来の基材処理装置の一例を示す断面図である。

【図6】図5中の線A-A上での電位分布の一例を示す図である。

10 【符号の説明】

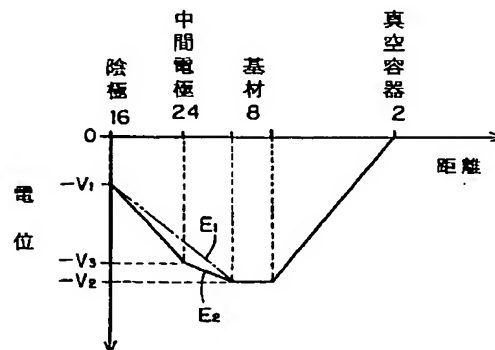
- 2 真空容器
- 8 基材
- 10 ホルダ
- 14 アーク式蒸発源
- 17 プラズマ生成部
- 18 プラズマ
- 20 アーク電源
- 22 バイアス電源
- 24 中間電極
- 26 中間電極電源
- 27 プラズマ生成部
- 28 プラズマ
- 30 蒸発源
- 37 プラズマ生成部
- 38 プラズマ

【図1】

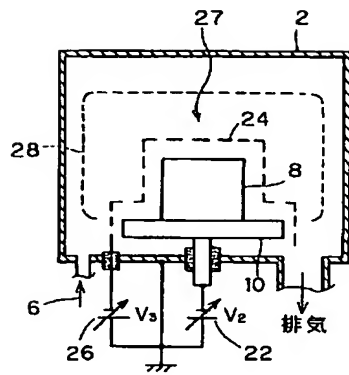


24: 中間電極

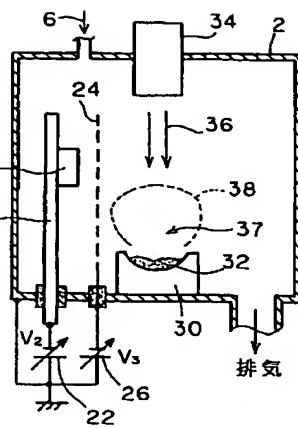
【図2】



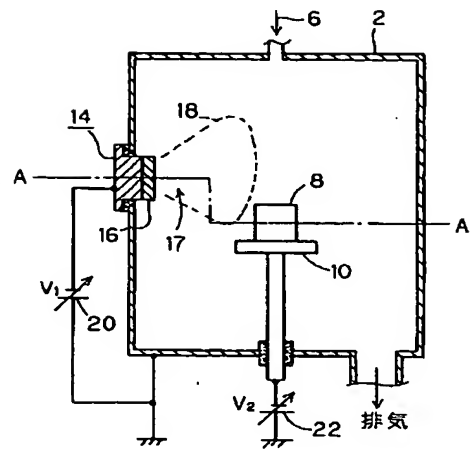
【図3】



【図4】



【図5】



【図6】

